

PAT-NO: JP411347766A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 11347766 A  
TITLE: LASER DRILLING EQUIPMENT AND ITS METHOD  
PUBN-DATE: December 21, 1999

INVENTOR-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
HAMADA, SHIRO N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:  
NAME COUNTRY  
SUMITOMO HEAVY IND LTD N/A

APPL-NO: JP10153201  
APPL-DATE: June 2, 1998

INT-CL (IPC): B23K026/00, B23K026/08 , H05K003/00

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a laser drilling device capable of drilling at a high speed and forming a hole having a prescribed shape.

SOLUTION: A laser beam from a laser generator 11 is made incident on a kaleidoscope through a collimator lens 13 and made a laser beam having an uniform intensity. This laser beam is split into plural laser beams through a bundle of fibers 16, the mask holes of a mask 18 is irradiated with each beam. The mask holes have each a rectangular shape that is short in the moving direction of an object to be machined and that is long in the direction orthogonally crossing the moving direction. The laser beams passed through the mask holes are converged on an imaging lens 20 and an object to be machined 23 on a linear stage 21 is irradiated with it. While the linear stage is moved, the laser oscillation of the laser generator is performed correspondingly to that position. The shape of the hole to be formed is nearly square.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-347766

(43)公開日 平成11年(1999)12月21日

(51)Int.Cl.<sup>9</sup>

識別記号

F I

B 2 3 K 26/00

3 3 0

B 2 3 K 26/00

3 3 0

26/08

26/08

F

H 0 5 K 3/00

H 0 5 K 3/00

N

審査請求 未請求 請求項の数2 OL (全5頁)

(21)出願番号

特願平10-153201

(22)出願日

平成10年(1998)6月2日

(71)出願人 000002107

住友重機械工業株式会社

東京都品川区北品川五丁目9番11号

(72)発明者 浜田 史郎

神奈川県平塚市夕陽ヶ丘63番30号 住友重

機械工業株式会社平塚事業所内

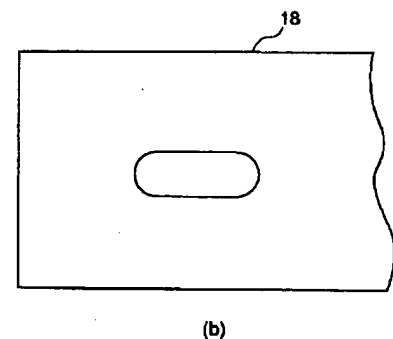
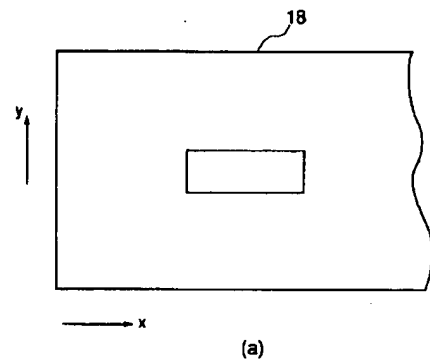
(74)代理人 弁理士 後藤 洋介 (外1名)

(54)【発明の名称】 レーザドリル装置及びレーザ穴あけ加工方法

(57)【要約】

【課題】 高速加工が可能で、所定形状の穴を形成できるレーザドリル装置を提供する。

【解決手段】 レーザ発振器11からのレーザ光を、コリメータレンズ13を通してカライドスコープに入射させ、均一な強度のレーザ光とする。このレーザ光をバンドルファイバー16で複数のレーザ光に分割し、それぞれマスク18のマスク穴に照射する。マスク穴は、被加工物の移動方向に短く、移動方向に直交する方向に長い長方形とする。マスク穴を通過したレーザ光をイメージングレンズ20で集光し、リニアステージ21上の被加工物23に照射する。レーザ発振器のレーザ発振は、リニアステージを移動させながら、その位置に応じて行なう。形成される穴の形状は、正方形に近いものとなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザ光を発するレーザ発振器と、複数のマスク穴が形成されたマスクと、前記複数のマスク穴に前記レーザ光を照射するための光学系と、被加工物を保持移動させるためのワークステージと、前記レーザ発振器の発振と、前記ワークステージによる前記被加工物の移動とともに制御する制御手段を設け、前記ワークステージを制御して前記被加工物を移動させながら、前記ワークステージの位置に応じて前記レーザ発振器を発振させてレーザ穴あけ加工を行なうレーザドリル装置において、前記マスクの形状を、前記被加工物の移動方向に短く、該移動方向に直交する方向に長い、略長方形としたことを特徴とするレーザドリル装置。

【請求項2】 被加工物を移動させつつ、レーザ発振器からのレーザ光をマスク穴を通して周期的に前記被加工物に照射して、前記被加工物に連続的に穴をあけることを特徴とするレーザ穴あけ加工方法において、前記マスク穴として、前記被加工物の移動方向に短く、該移動方向に直交する方向に長い、略長方形のマスク穴を用い、前記被加工物に形成される穴の形状が、短辺と長辺との比が75%以上になるようにすることを特徴とするレーザ穴あけ加工方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レーザドリル装置に関し、特に、高速加工が可能なレーザドリル装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から、YAGレーザや、CO<sub>2</sub>レーザ、あるいはエキシマレーザ等からのレーザ光を用いて、プリント基板などの被加工物に穴を開けるレーザドリル装置が知られている。

【0003】この種のレーザドリル装置では、被加工物をワークステージに保持させ、被加工物の位置を決定した後、レーザ光を照射して穴あけ加工が行われる。ここで、従来のレーザドリル装置では、加工速度を向上させるために、ガルバノスキャナを用いて被加工物表面上でのレーザ光の走査を可能にしたり、多穴マスクを用いて複数の穴を同時に形成したりするようにしている。

【0004】このように、従来のレーザドリル装置は、加工速度を向上させるために、ガルバノスキャナや、多穴マスク等を用いているが、いずれの場合も、ワークステージによる被加工物の移動が終了した後に、被加工物が停止した状態で、レーザ加工を行うものである。

【0005】ここで、レーザのパルス発振は、1kHz、2kHz、といった高い周波数の発振が可能なので、例えば、1ショット加工を1穴ずつ行う場合には、1000穴/秒、2000穴/秒の加工が理論上可能である。さらに、2穴同時加工を行う場合には、2000穴/秒、4000穴/秒の加工が理論上可能である。

【0006】しかしながら、ワークステージの1回の移動、停止には、高速移動が可能なものでも0.2〜0.3秒の時間を要する。つまり、現実には、ワークステージによる被加工物の移動、停止に要する時間によって、レーザドリル装置の加工速度は決まるといってよい。

【0007】また、ワークステージを全く動かさない場合であっても、従来のレーザドリル装置では、ガルバノスキャナによる応答周波数が500Hz程度であるため、その加工速度は、500穴/秒程度に制限される。

【0008】このように、従来のレーザドリル装置では、ワークステージの移動、停止、及びガルバノスキャナの応答に時間がかかり、加工速度が制限されるという問題点がある。

【0009】そこで、発明者は、被加工物を一定速度で移動させながら、レーザを周期的に発振させることにより、連続的に穴あけ加工を行なえるようにしたレーザドリル装置を提案した。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、被加工物を移動させながら、レーザ光を照射するレーザドリル装置では、形成された穴の形状が、マスクの穴とは異なり、移動方向に伸びた形状になってしまうという問題点がある。即ち、従来のマスクには円形のマスク穴が形成されており、被加工物に形成された穴が長円形になってしまうという問題点がある。

【0011】本発明は、被加工物を移動させながら、レーザ光を照射するレーザドリル装置において、所望の形状の穴を形成できるレーザドリル装置を提供することを目的とする。

## 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、レーザ光を発するレーザ発振器と、複数のマスク穴が形成されたマスクと、前記複数のマスク穴に前記レーザ光を照射するための光学系と、被加工物を保持移動させるためのワークステージと、前記レーザ発振器の発振と、前記ワークステージによる前記被加工物の移動とともに制御する制御手段を設け、前記ワークステージを制御して前記被加工物を一定速度で移動させながら、前記ワークステージの位置に応じて前記レーザ発振器を発振させてレーザ穴あけ加工を行なうレーザドリル装置において、前記マスクの形状を、前記被加工物の移動方向に短く、該移動方向に直交する方向に長い、略長方形としたことを特徴とするレーザドリル装置が得られる。

【0013】また、本発明によれば、被加工物を一定速度で移動させつつ、レーザ発振器からのレーザ光をマスク穴を通して周期的に前記被加工物に照射して、前記被加工物に連続的に穴をあけることを特徴とするレーザ穴あけ加工方法において、前記マスク穴として、前記被加工物の移動方向に短く、該移動方向に直交する方向に長い、略長方形のマスク穴を用い、該マスクの形状と前記

レーザ光のパルス幅とに応じて前記一定速度を決定することにより、前記被加工物に形成される穴の形状が、短辺と長辺との比が75%以上になるようにすることを特徴とするレーザ穴あけ加工方法が得られる。

【0014】

【発明の実施の形態】次に、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0015】図1に本発明の一実施の形態によるレーザドリル装置を示す。このレーザドリル装置は、レーザ光を発するレーザ発振器11、レーザ発振器11からのレーザ光を2分岐するスプリッタ12、スプリッタ12で分岐された一方のレーザ光を反射するミラー13、スプリッタ12で分岐された他方のレーザ光が入射するコリメーターレンズ14、コリメーターレンズ14を通過したレーザ光のエネルギー分布を均一にするカライドスコープ15、複数の小径光ファイバーを束ねたバンドルファイバー16、大径光ファイバー17、バンドルファイバー16及び大径光ファイバー17の先端に近接配置マスク18、マスクの穴を通過するレーザ光を遮るための遮蔽板19、マスクを通過したレーザ光を集光するイメージングレンズ20、被加工物を載置するためのワークステージ（リニアステージ）21、及びワークステージを制御するとともにレーザ発振器を制御する制御部22を備えている。

【0016】レーザ発振器11としては、パルス発振するレーザ、例えばYAGレーザが使用できる。

【0017】スプリッタ12は、レーザ発振器11からのレーザ光を、通常の穴あけ加工に使用されるレーザ光と、アライメント用穴を形成するためのレーザ光とに分岐する。

【0018】ミラー13は、スプリッタ12で分岐された、アライメント用穴を形成するためのレーザ光を、大径光ファイバー17に導く。

【0019】コリメーターレンズ14は、スプリッタ12を通過した通常の穴あけ加工用のレーザ光を集光する。

【0020】カライドスコープ15は、コリメーターレンズ14からのレーザ光であるガウシアンビームを、均一な強度分布のビームに変換する。

【0021】バンドルファイバー16は、複数の小径光ファイバーを束ねたものであり、カライドスコープ15からのレーザ光を複数の小径レーザ光に変換し、マスク18にその出射光を照射する。ここで、小径とはアライメント用穴を形成するためのレーザ光を導く大径光ファイバー17及びその出射光に比べて径が小さいという意味である。これらの小径光ファイバーの出射光は、カライドスコープ15の働きにより、全て均一の強度を持つとみなせる。

【0022】大径光ファイバー17は、ミラー13で反射されたレーザ光をマスク18に導く。この大径光ファ

イバー17は、矢印Aで示すように、ミラー13で反射されたレーザ光の光路上から外せるようにしてある。

【0023】マスク18は、所定の間隔で、所定の形状のマスク穴が複数形成されている。マスクの形状については後述する。なお、従来のマスクにおけるマスク穴の間隔及び径は、それぞれ、被加工物に形成される穴の間隔及び穴の径の10倍程度に設定されており、このい

る。バンドルファイバー16の小径光ファイバー及び大径光ファイバーの出射側先端は、これらマスク18に形成されたマスク穴に対向するように配置される。なお、マスク穴のサイズは、これら光ファイバーから出射するレーザ光の径よりも小さいものでなければならない。

【0024】遮蔽板19は、マスク18のマスク穴を通過するレーザ光を遮断するために使用されるもので、アライメント用穴のみを形成する場合や、形成する穴の数を調整する場合などに使用される。

【0025】イメージングレンズ20は、マスク像を所定の倍率で縮小して、リニアステージ21上に載置された被加工物の表面に結像させる。このイメージングレンズは、図の上下方向のずれに強い両テレセントリックレンズが使用される。このようなレンズを用いることにより、マスク穴を通過したレーザ光を、被加工物にほぼ垂直に入射させることができる。

【0026】リニアステージ21は、被加工物を保持固定するための保持部を有している。保持部は、例えば被加工物の隣り合う2辺に当接する突条部と、他の2辺を抑えるマグネットを備える。そして、このリニアステージ21は、保持した被加工物をx方向及びy方向に移動させることができる。しかも、少なくとも一方向には、一定速度で、被加工物を移動させることができる。

【0027】制御部22は、リニアステージ21の駆動制御を行なうとともに、レーザ発振器11の発振制御を行なう。

【0028】以下、このレーザ加工装置の動作について説明する。

【0029】まず、セラミックグリーンシート等の被加工物22をリニアステージ21上に載置し、リニアステージ21に被加工物22を保持固定させる。

【0030】次に、制御部22は、リニアステージ21を図のy方向に一定速度で移動させる。同時に、レーザ発振器11を周期的に、リニアステージの位置に応じて発振させる。つまり、制御部22は、リニアステージをy方向に一定速度で移動させつつ、リニアステージが所定の移動距離を移動する毎にレーザ発振器11を発振させる。

【0031】このとき、アライメント用穴を形成する場合は、大径光ファイバー17が、ミラー13で反射されるレーザ光の光路上に配置される。逆にアライメント用穴を形成しない場合には、大径光ファイバー17は、ミラー13で反射されるレーザ光の光路上から外される。

【0032】また、形成しようとする穴の数に応じて、遮蔽板19がマスクからのレーザ光を遮断するように配置される。

【0033】レーザ発振器11から出射したレーザ光は、スプリット12で分岐され、一方はミラー13で反射される。また、スプリット12で分岐された他方のレーザ光は、コリメーターレンズ14で集光され、拡散しながらカライドスコープに入射する。カライドスコープは、ガウシアンビームであるレーザ光を、均一な光強度を持つレーザ光に変換し、バンドルファイバー16の各小径光ファイバーに入射させる。バンドルファイバー16に入射したレーザ光は、マスク18のマスク穴に向けて照射される。

【0034】一方、ミラー13で反射されたレーザ光は、光路上に大径光ファイバー17が置かれている場合に、この大径光ファイバー17に入射する。大径光ファイバーに入射したレーザ光は、マスク18上のアライメント穴用マスク穴に照射される。

【0035】マスク18に照射されたレーザ光は、その一部が、マスク穴を通過し、イメージングレンズにより集光されて被加工物に照射される。

【0036】レーザ光が照射された被加工物では、レーザアブレーションが生じ、瞬時にして穴が形成される。

【0037】ここで、マスクの形状は、図2(a)または(b)のように、x方向に長く、y方向に短い長方形または、長円形である。本実施の形態では、被加工物がy方向に一定速度で移動しているため、被加工物に形成される穴の形状は、図3に示すような形状となる。なお、形成される形状は、レーザ光のパルス幅と被加工物の移動速度によって決まるため、加工穴の長辺と短辺との比が75%以上になるように、制御部22によりリニアステージの位相速度が調整される。

【0038】こうして、本実施の形態では、上記の動作を、リニアステージ21を移動させながら、その位置に応じて繰り返し、被加工物に所定の間隔で連続的に穴を形成することができ、その穴の形状を所定の形状（ほぼ正方形）とすることができる。

【0039】

【実施例】レーザ発振器11としてYAGレーザを用いる。その特性は、出力：400W、エネルギー：1.5 J/パルス、パルス発振周波数：約250Hz、出射光：ガウシアンビーム、である。

【0040】バンドルファイバー16として、出射光径が1.2mmの小径光ファイバーを16本束ねたものを用いる。

【0041】マスク18には、長辺が0.25~1.0mmの範囲、短辺がその1/3程度で、任意のサイズのマスク穴が、16穴、8mmの間隔で直線状に配列されている。なお、アライメント用のマスク穴は、これよりサイズが大きいとする。

【0042】イメージングレンズ20は、マスクに形成された穴が16穴で、その間隔が8mmであって、 $16 \times 8 = 128$ 、であるので、これより大きな径、例えば径150mmのレンズとする。なお、イメージングレンズ20は、マスク像を1/10にして被加工物に投影するものとする。

【0043】リニアステージ21は、0.1μmの分解能のスケールを有し、最大速度100mm/秒で走行する。

10 【0044】以上のような構成において、135mm(x方向)×135mm(y方向)のエリアの加工を行なう場合について説明する。

【0045】x方向に0.8mm、y方向に0.4mmの間隔の穴を形成する場合、x方向については、 $135 \text{ mm} \div (0.8 \text{ mm} \times 16) \approx 10.5$ 、であるから、11回のスキャンが必要になる。また、y方向については、 $135 \text{ mm} \div 0.4 \text{ mm} = 337.5$ 、であるから、338回のスキャンが必要になるが、本実施例では、y方向のスキャンは一定速度で行なう。

20 【0046】y方向に関して、0.4mmピッチの穴を250Hzの周波数で形成するものとする、 $0.4 \text{ mm} \times 250 = 100 \text{ mm/秒}$ 、の移動速度が必要になる。換言すると、リニアステージ21を100mm/秒で移動させながら、パルス発振周波数250Hzのレーザ発振器からのレーザ光で加工を行なうと、0.4mmピッチの穴を形成することができる。このとき、y方向の1回のスキャンに要する時間は、 $135 \text{ mm} \div 100 \text{ mm/秒} = 1.35 \text{ 秒}$ である。

30 【0047】x方向に関しては、12.8mmの移動が必要で、それに要する時間を1秒と仮定する。

【0048】以上のことから、本実施の形態による、レーザドリル装置を用いて、135mm×135mmのエリアの加工を行なうには、 $1.35 \text{ 秒} \times 11 \text{ スキャン} + 1 \text{ 秒} \times 11 \text{ 回} \approx 26 \text{ 秒}$ 、の時間を要する。そして、このとき形成される穴の数は、x方向が、 $135 \div 0.8 = 168.75$ 、であるから、169穴。y方向が、 $135 \div 0.4 = 337.5$ であるから、338穴である。従って、このエリアに形成される穴の数は、 $169 \times 338 = 57122 \text{ 穴}$ 、である。従って、このレーザドリル装置の平均加工速度は、 $57122 \div 26 = 2197 \text{ 穴/秒}$ である。

【0049】本実施例によって被加工物に形成された穴の形状は、長辺と短辺との比が75%以上あり、ほぼ正方形であった。

【0050】

【発明の効果】本発明によれば、被加工物を移動させながら、レーザ発振器からのレーザ光を照射させるレーザドリル装置のマスク穴を、被加工物の移動方向に短く、移動方向と直交する方向に長い長方形としたことで、被加工物に形成される穴の形状を正方形に近づけることが

できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態を示す概略図である。

【図2】図1のマスクのマスク穴の形状を説明するための図である。

【図3】被加工物に形成される穴の形状を説明するための図である。

【符号の説明】

11 レーザ発振器

12 スプリッタ

13 ミラー

14 コリメーターレンズ

15 カライドスコープ

16 バンドルファイバー

17 大径光ファイバー

18 マスク

19 遮蔽板

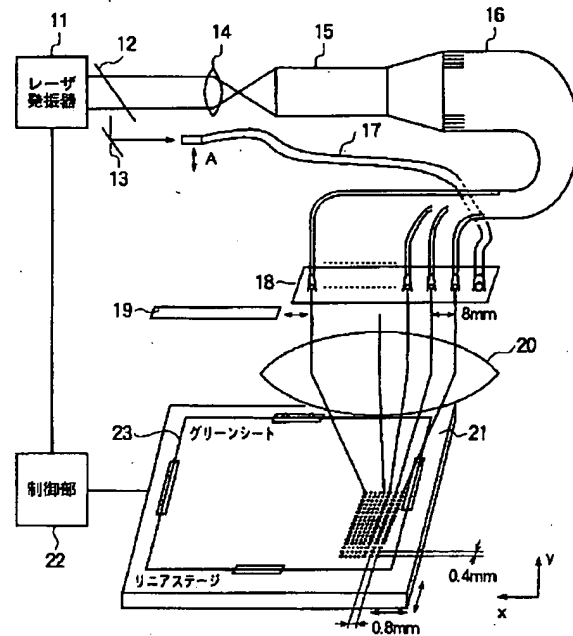
20 イメージングレンズ

21 ワークステージ (リニアステージ)

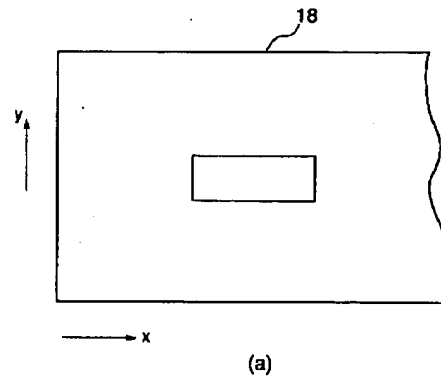
22 制御部

10 23 被加工物

【図1】



【図2】



【図3】

